



TITLE:

記憶と忘却の記録: 極微弱磁場下における自発磁化の成長と消滅(形の物理学, 研究会報告)

AUTHOR(S):

長谷田, 泰一郎; 鹿島, 義雄

CITATION:

長谷田, 泰一郎 ...[et al]. 記憶と忘却の記録: 極微弱磁場下における自発磁化の成長と消滅(形の物理学, 研究会報告). 物性研究 1984, 42(1): 48-56

ISSUE DATE:

1984-04-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/91307>

RIGHT:

線をかくことが出来る。したがって、非晶質金属構造には、非晶質度によって一義的に与えられる長さの線型構造（奇数員環がこの線に沿って存在する）が存在する。

記憶と忘却の記録

—極微弱磁場下における自発磁化の成長と消滅—

阪大・基礎工 長谷田泰一郎・鹿島 義雄

$\text{Mn}(\text{HCOO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ （擬二次元格子弱強磁性結晶）について、転移点 T_N 近傍の自発磁化 M_S を極微小磁場下（10 mOe 以下）で測定すると、温度を para 状態から T_N （= 3.686 K）を横切って order 状態に到るまで掃引した時の自発磁化温度曲線（ M_S - T 曲線）には不規則なゆらぎが観測される。これは自発磁化の成長過程における磁区構造の消長によると考える事ができそうである。不規則なゆらぎに何らかの規則性を発見することは規則配列状態の成長過程一般を研究する上で興味ある問題である。そこで単結晶を用いて外部磁場（ $\pm 10\text{mOe}$ ）や温度（転移点の前後数 100mK）の M_S - T 曲線に対する影響を調べた。fig-1 は M_S - T 曲線を同一条件下において 12 回連続測定した図である。実験手順はまず①番の M_S を T_N 以下まで測定した後、続いて②番の測定をするために温度を T_N 以上まで戻すのであるが、この時に $\epsilon = \frac{T - T_N}{T_N}$ が定められた値以上に上げないようにするのである。fig-1 は $\epsilon = 5.3 \times 10^{-2}$ にした。以後、この上限とする温度のことを ϵ_S と名付けることにする。それゆえ②番以降の M_S - T 曲線は ϵ_S から温度を掃引することになるので ϵ_S を掃引スタート温度と呼ぶ。fig-1 をみると磁場 H_{ex} （注：sample に加わる磁場は H_{ex} に残留磁場 H_0 （ $|H_0| < 3\text{mOe}$ とと思われる）を加えた $H_{\text{ex}} + H_0$ である）が一定であるにもかかわらず、測定毎に違った形状を示し規則性はない。 M_S は上向きに成長することも下向きに成長することもある。実はこの H_{ex} は有効的に零磁場を作ったと考えられるという事である。

これに対して fig-2 は同じ H_{ex} の下で同じ実験手順で測定したものであるが、①～⑦では掃引スタート温度をもっと T_N に近づけて $\epsilon_S = 1.0 \times 10^{-2}$ に変えたときの M_S - T 曲線である。今度は M_S - T 曲線はすべて形状が非常に類似している。このことは T_N から $\epsilon_S = 1.0 \times 10^{-2}$ の間の para 状態では過去の M_S の成長過程が記憶されていることを意味する。記憶は⑧でわかるように $\epsilon_S = 5.3 \times 10^{-2}$ にすると失われてしまう。

M_S に対しての磁場の影響を調べるために磁場と掃引スタート温度を変化させたのが fig-3

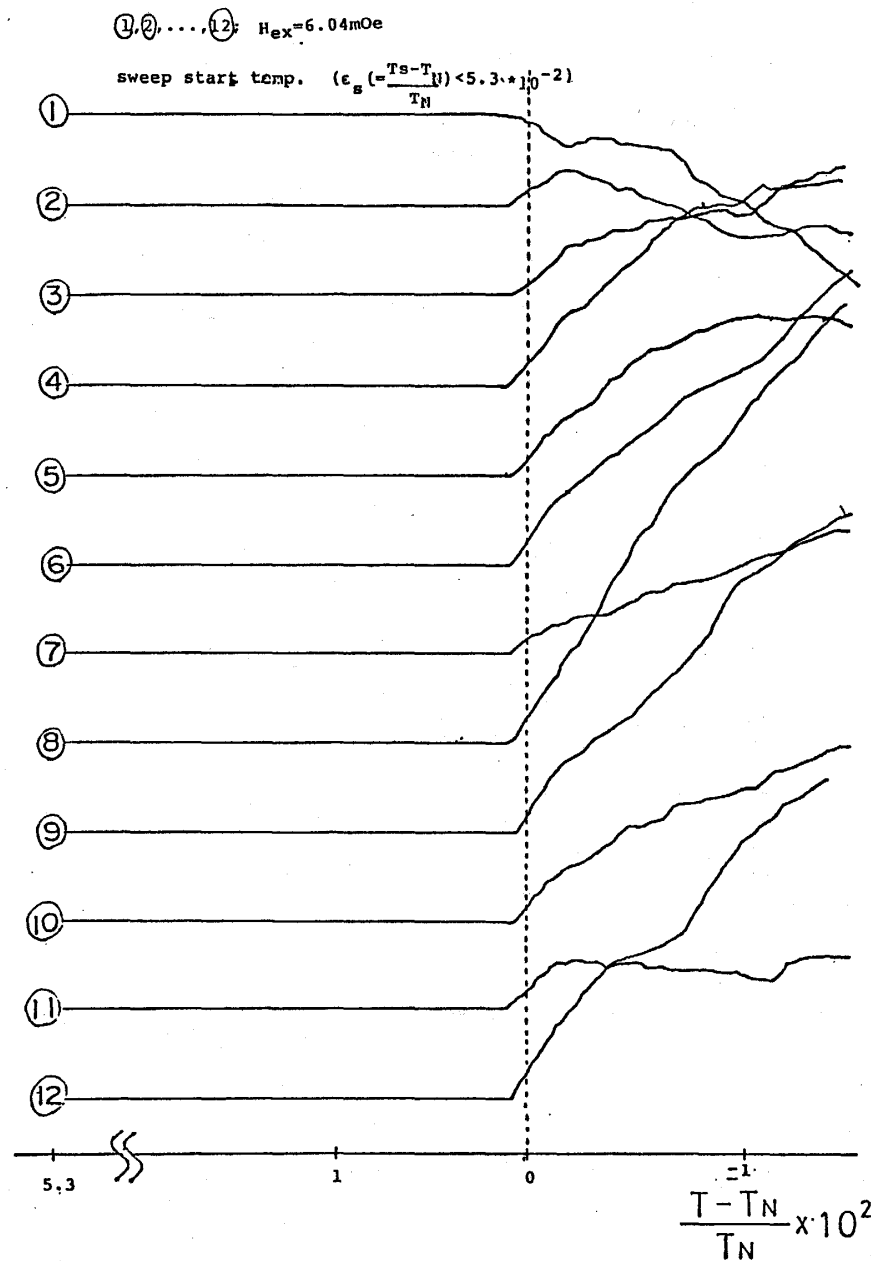


Fig. 1

である。実験手順はまず①の $M_S - T$ 曲線を $H_{ex} = 4.56 \text{ mOe}$ で測定した後、続いて $\epsilon_s = 0.7 \times 10^{-2}$ まで温度を上げ、 $H_{ex} = 3.99 \text{ mOe}$ に変えてから②を測定した。すると①で記憶した通りを復習している。しかし、ひき続いて今度は $\epsilon_s = 2.7 \times 10^{-2}$ まで温度を上げるか、磁場は 3.99 mOe のままで③を測定すると、①と②の記憶を全く忘れるのである。その結果、微小磁場においては $M_S - T$ 曲線は小さな磁場変化によってはほとんど影響を受けず記憶を残すことがわかった。 M_S は磁場よりも ϵ_s に依存することがはっきりした。

そこで ϵ_s の M_S への影響をより定量的に調べるために fig-4 に示す実験を行った。まず

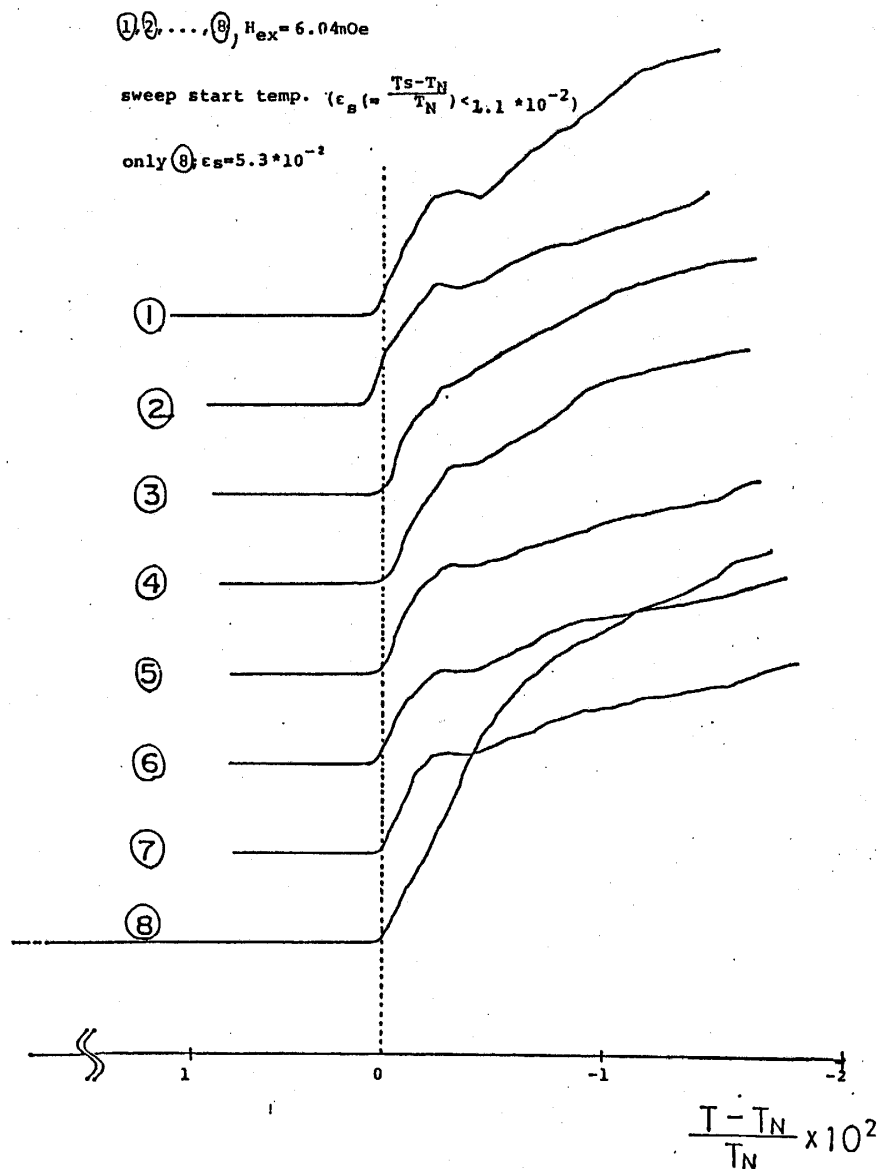


Fig. 2

$H_{ex} = 0.0 \text{ mOe}$ で $\epsilon_s = 5 \times 10^{-2}$ から掃引して①の M_S を記憶させる。その後温度を ϵ_s まで上げ、 $H_{ex} = 5.93 \text{ mOe}$ に変えて $M_S - T$ 曲線を測定するのである。そして次々に ϵ_s を大きくして $M_S - T$ 曲線を測定するのであるが、重要なことは常に同じ記憶を持たせるために各測定前に①の M_S を記憶させる操作を行うことである。fig-4 から明らかに ϵ_s が高温になるにつれて①型の下向きの M_S の記憶が薄れていくことがわかる。

さらに記憶が時間的に薄れていくかどうかを調べたのが fig-5 である。実験手順は fig-4 の時と同じである。ただ③の測定は 2 時間程 ϵ_s の温度で一定に保ってから温度掃引した。結果は記憶させた下向きの磁化が 2 時間経過しても残っていることがわかった。

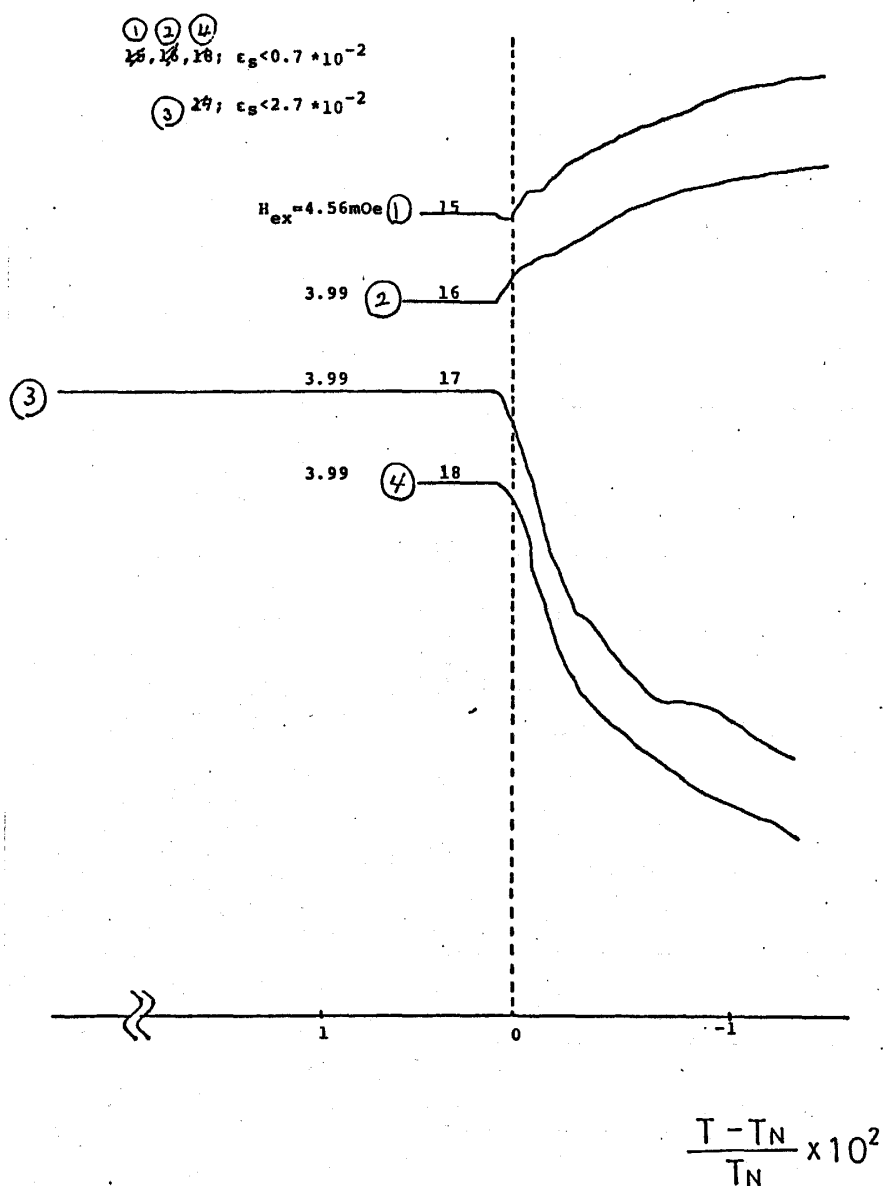


Fig. 3

ここまでの実験から T_N 極近傍の para 状態では記憶の原因となる何らかの要因が存在し、この因子は長時間消失しないことがわかったが、fig-6 の実験でこの因子の生成される条件について調べた。fig-6 の実験は $\epsilon_s = 2.7 \times 10^{-2}$ から掃引するため過去の M_S の記憶はほとんどないと考えられる。①は $H_{ex} = 6.84 \text{ mOe}$ のまま掃引した時で、なめらかな上向きの M_S が測定されている。②～⑥は掃引途中に図示された温度で突然外部磁場を下向きに変えた時の M_S - T 曲線である。その結果 para 状態で磁場を変えた時は常に磁場方向に M_S が発達する。 T_N を通過してからは磁場を変化しても M_S は磁場方向に変わらずに変化前の磁場方向を向いている。②～⑤で磁場を変化させた温度は、いずれも fig-4 では記憶現象のみられる領域であった。

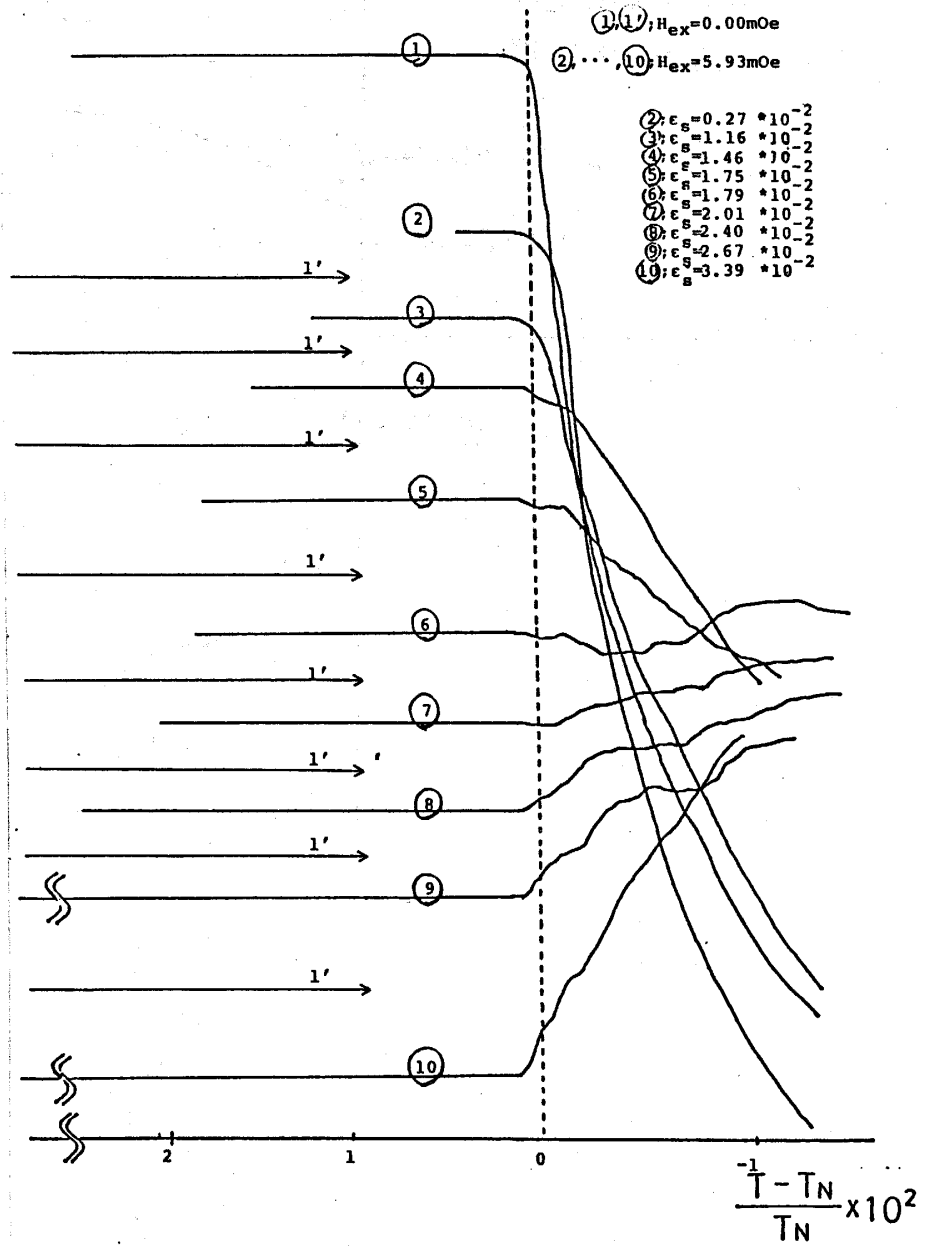


Fig. 4

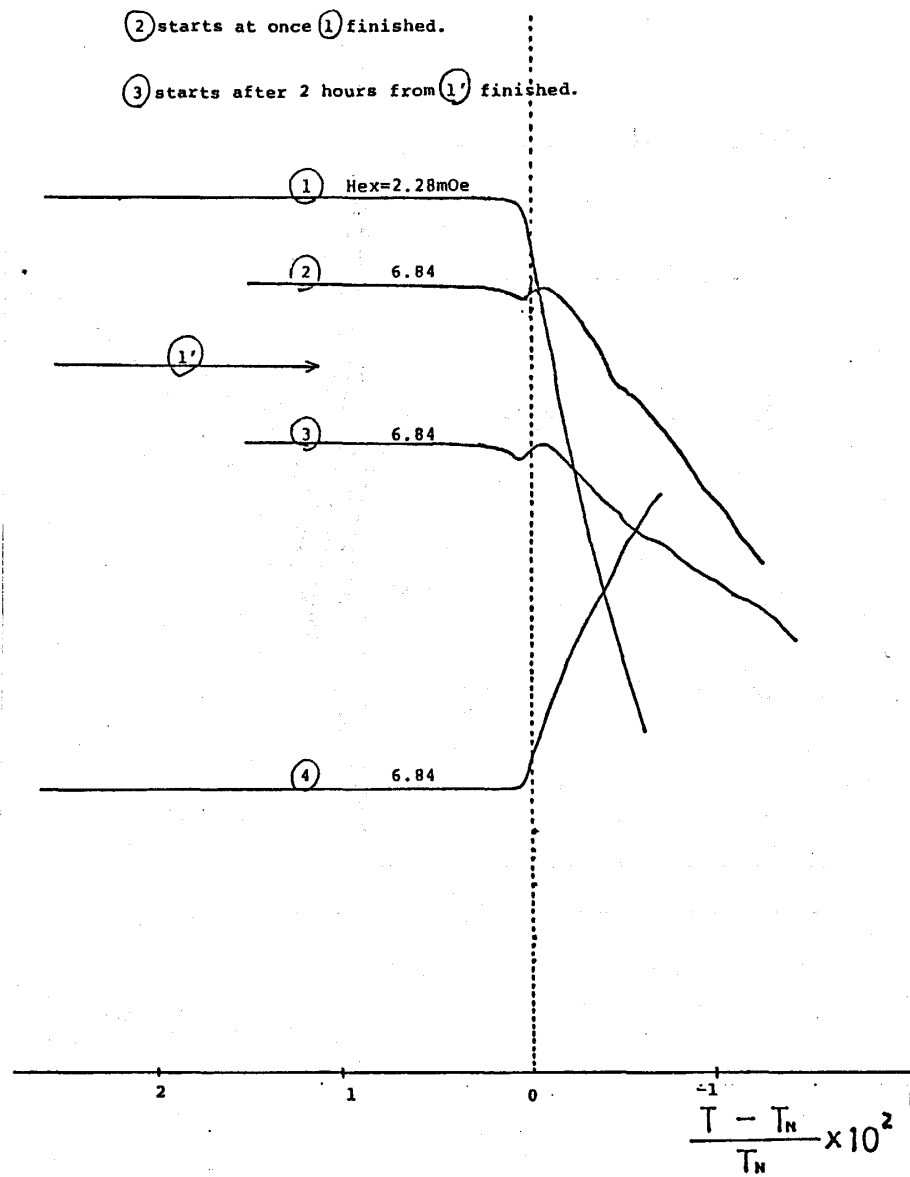


Fig. 5

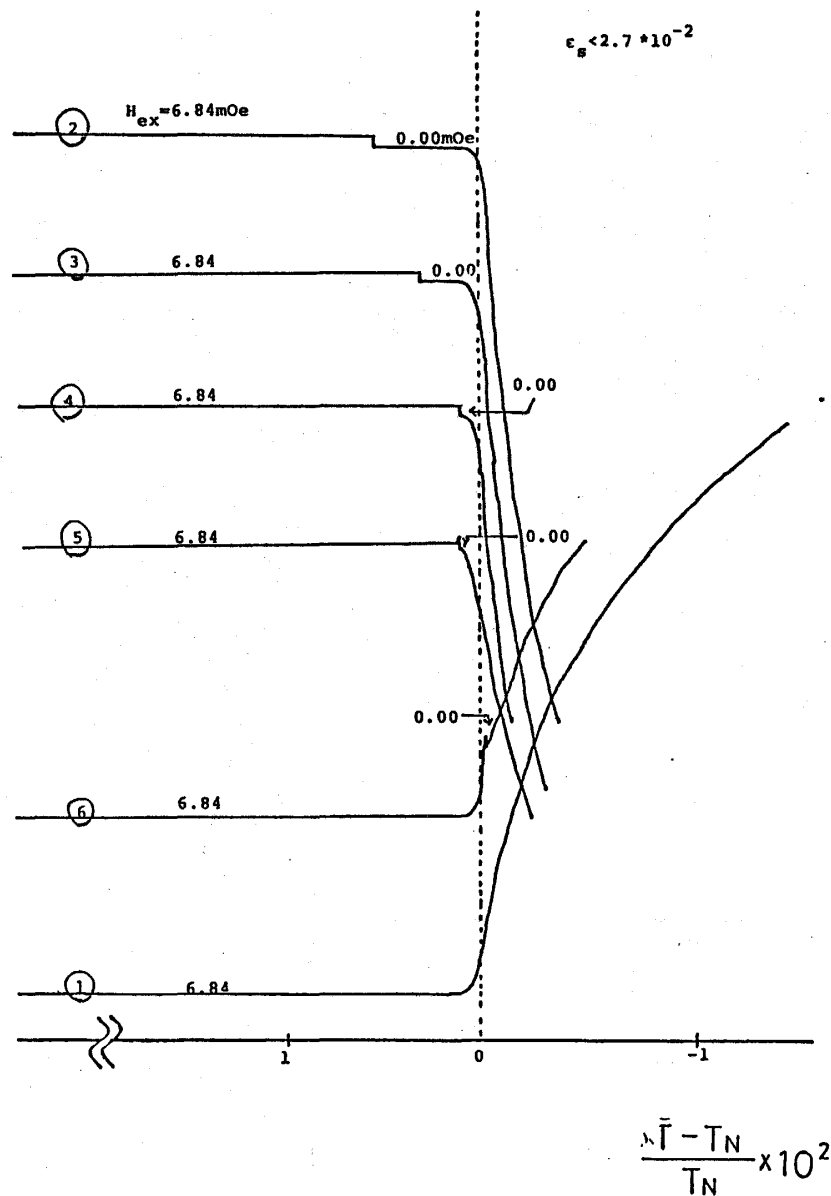


Fig. 6

それゆえ、記憶因子は一度 order 状態にしなければ存在しないことがわかった。このことは T_N 極近傍の para 状態は高温側から近づく時の状態と order 状態から T_N を通過して戻ってきたときの状態とではその微視的状态が違っていると考えざるを得なくなる。

次に、fig-7 で記憶を薄れさす方法として強い磁場を加えたときの影響を調べた。実験手順は fig-4 と同じで 0.0 mOe で掃引して上向きの記憶を作り、その後で下向きの強い磁場を印加して測定するのである。この外場を大きくしてゆくとやがて⑤のような奇妙な M_S - T 曲線が観測される。すなわち M_S - T 曲線が出始めは記憶方向の上向きであるが急に反転して外場方向の下向きになる。さらに低温になると、再び記憶方向に戻ってくるのである。このような M_S

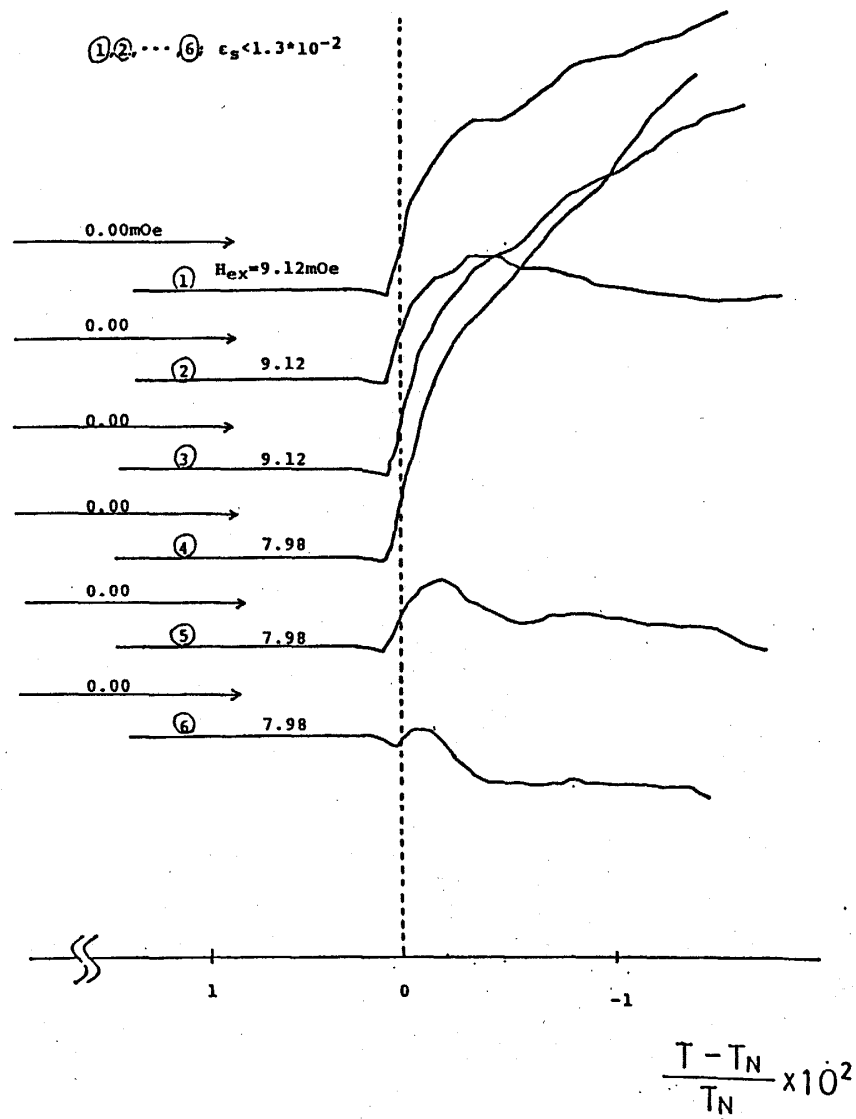


Fig. 7

の成長過程がどうして起こるかは現在のところ全く不明である。

最後に, fig 1 ~ 7 まではすべて高温から低温の order 状態へ向かっての掃引を示したが, 各掃引の最低温度から高温に向かって引き返していくと $M_S - T$ 曲線の凹凸は殆んどそのまま復習して再現されることを fig-8 で示す。図において実線の $M_S - T$ 曲線が高温から低温に掃引したもので, 破線の $M_S - T$ 曲線が低温から高温へ温度を戻したものである。一度組上げた箱根の組木組工を再びほどこ時に似ている。今後掃引 (学習) 速度と記憶の関係, あるいは結晶中

の欠陥，不純物などの効果を調べる。

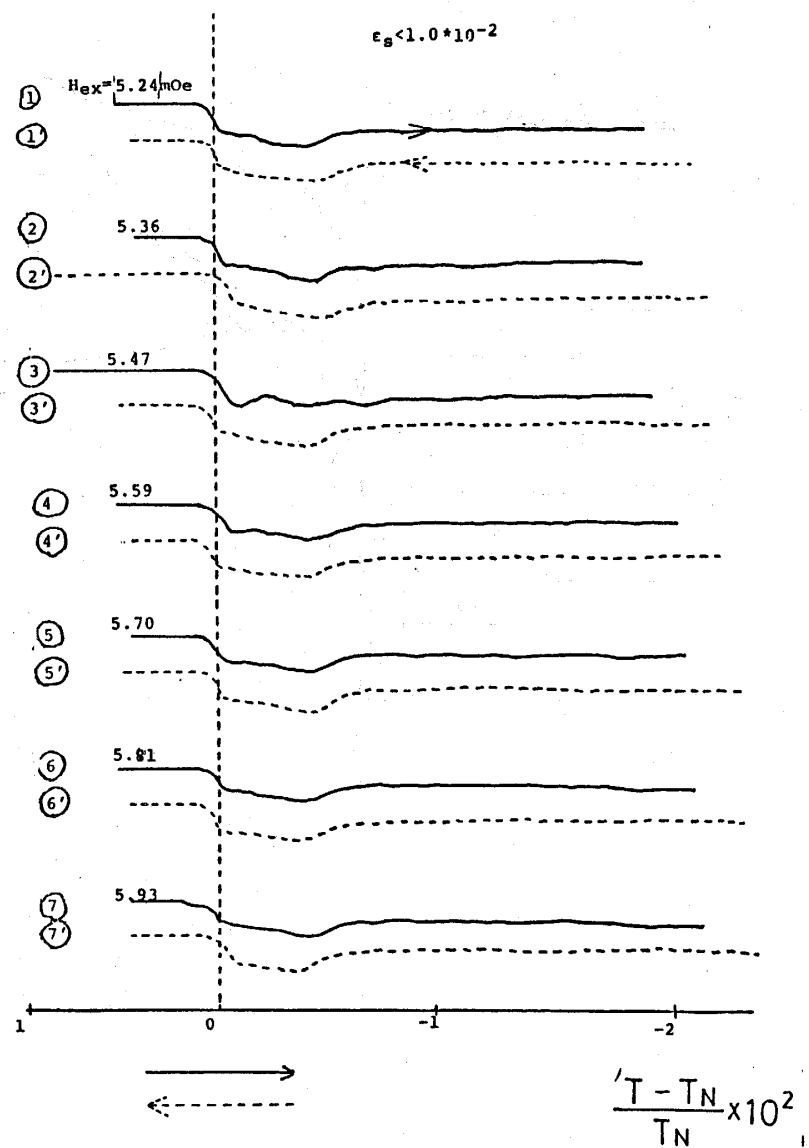


Fig. 8

ポテンシャル・エネルギーの消費と侵蝕地形

中央大・経済 徳 永 英 二

§ 1. はじめに

湿潤な地帯では流域は地形の構成要素と見なされる。流域の骨格をなす水系は，通常エネルギーと物質の出入があるから開いた系と考えられている。しかし，水塊の持つポテンシャル・